



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 54 897.8

Anmeldetag: 20. November 2002

Anmelder/Inhaber: Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut/DE

Bezeichnung: Messteilung für ein Positionsmesssystem

IPC: G 01 B 7/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

Dr. Johannes Heidenhain GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut

JH156

Messteilung für ein Positionsmesssystem

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Messteilung für ein Positionsmesssystem nach dem Oberbe-
griff des Patentanspruchs 1.

5 Eine derartige Messteilung umfasst einen (vorteilhaft einteiligen) aus einem dauerhaft magnetisierbaren Material bestehenden Grundkörper (Teilungsträger), dem als Teilungs-
verkörperung eine bestimmte magnetische Struktur zugeordnet ist. Diese magnetische
10 Struktur wird gebildet durch eine Magnetisierung des Grundkörpers, gemäß der - entlang einer definierten Messrichtung betrachtet - erste Abschnitte des Grundkörpers mit einer
ersten Richtung der Magnetisierung sowie zweite Abschnitte mit mindestens einer weite-
ren Richtung der Magnetisierung derart hintereinander angeordnet sind, dass durch Ab-
tastung des Grundkörpers mittels mindestens eines relativ zu dem Grundkörper entlang
15 der Messrichtung bewegten Sensors Positionsinformationen generierbar sind. Hierbei
kann es sich einerseits um eine absolute Positionsinformation handeln, wenn die Magne-
tisierung des Grundkörpers einen magnetischen Code bildet, durch dessen Abtastung für
jede Lage des Sensors bezüglich des Grundkörpers die Position des Sensors eindeutig
ermittelbar ist. Andererseits kann die magnetische Struktur des Grundkörpers auch zur
20 Bildung einer Inkrementalspur dienen, die lediglich die Bestimmung von Positionsände-
rungen des mindestens einen Sensors bezüglich des Grundkörpers entlang der jeweili-
gen Messrichtung ermöglicht.

Unter einem dauerhaft magnetisierbaren Material wird hier ein magnetisches Material verstanden, in dem mittels eines oder mehrerer äußerer magnetischer Felder eine bestimmte, ortsabhängige Magnetisierung erzeugbar ist, die auch dann erhalten bleibt, wenn sich der Grundkörper nicht mehr unter dem Einfluss des oder der äußeren Magnetfelder befindet, so dass der Grundkörper als Bestandteil eines Positionsmesssystems verwendet werden kann.

Ein Problem bei der Bereitstellung eines magnetischen Grundkörpers mit einer bestimmten magnetischen Struktur (ortsabhängigen Magnetisierung) besteht in der Erzeugung einer magnetischen Struktur, die entlang der Messrichtung betrachtet hintereinander angeordnete Abschnitte mit unterschiedlicher Richtung der Magnetisierung aufweist, welche jeweils eine definierte, vorbestimmte Ausdehnung besitzen, um präzise Positionsbestimmungen zu ermöglichen. Zur Bildung einer magnetischen Messteilung werden daher häufig zweiteilige Grundkörper verwendet, die jeweils unabhängig voneinander magnetisiert und dann derart zusammengefügt werden, dass der eine Teil des Grundkörpers die Abschnitte mit einer ersten Richtung der Magnetisierung und der andere Teil des Grundkörpers die Abschnitte mit einer anderen, zweiten Richtung der Magnetisierung bildet.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Messteilung der eingangs genannten Art zu schaffen, die sich bei einfachem Aufbau durch eine einfache Herstellbarkeit auszeichnet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Schaffung einer Messteilung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Danach werden die zweiten magnetischen Abschnitte des Grundkörpers durch magnetische Schwächungsbereiche gebildet, deren Magnetisierungsrichtung durch die Richtung der Magnetisierung benachbarter erster Abschnitte des magnetischen Grundkörpers bestimmt ist.

Eine derartige Messteilung lässt sich in einfacher Weise dadurch erzeugen, dass der (vorzugsweise einteilige) magnetische Grundkörper in einem äußeren Magnetfeld magnetisiert wird, wodurch die Richtung der Magnetisierung der ersten Abschnitte des

Grundkörpers festgelegt ist. Die Richtung Magnetisierung der zweiten magnetischen Abschnitte des Grundkörpers wird jedoch nicht durch jenes äußere magnetische Feld vorgegeben, sondern vielmehr durch den magnetischen Rückfluss der Feldlinien, die von der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers herrühren. Denn zur Bildung geschlossener Feldlinien fließt der magnetische Fluss, den das entlang einer ersten Richtung durch die ersten Abschnitte des Grundkörpers verlaufende magnetische Feld erzeugt, an den Schwächungsbereichen in entgegengesetzter Richtung durch den Grundkörper. D.h., das äußere Magnetfeld definiert nicht unmittelbar und direkt die Richtung der Magnetisierung der zweiten magnetischen Abschnitte des Grundkörpers, sondern bestimmt diese nur insofern mit, als durch das äußere Magnetfeld die räumliche Orientierung der Magnetisierung des Grundkörpers festgelegt wird. Die Richtung der Magnetisierung in den zweiten magnetischen Abschnitten wird letztlich durch den magnetischen Rückfluss der Feldlinien festgelegt, die von der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers herrühren; und jene Richtung kann insbesondere entgegengesetzt zur Richtung des äußeren Magnetfeldes verlaufen.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die zweiten Abschnitte des Grundkörpers in einer senkrecht zur Magnetisierungsrichtung verlaufenden Ebene jeweils zum überwiegenden Teil, d. h. über einen Winkel von mehr als 180° , von Bereichen der ersten Abschnitte des Grundkörpers umgeben sind.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die zweiten Abschnitte des Grundkörpers derart ausgebildet und angeordnet, dass bei Magnetisierung des Grundkörpers mittels eines homogenen äußeren Magnetfeldes die Magnetisierungsrichtung der zweiten Abschnitte des Grundkörpers nicht durch die Richtung des äußeren Magnetfeldes, sondern durch die Richtung magnetischen Rückflusses der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers erzeugt wird, wobei das äußere Feld entscheidend für die räumliche Orientierung der Magnetisierung des Grundkörpers ist.

Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die zweiten Abschnitte des Grundkörpers ein geringere Koerzitivfeldstärke aufweisen als die ersten Abschnitte des Grundkörpers. Dies führt dazu, dass nach der Magnetisierung des Grundkörpers in einem homogenen äußeren Magnetfeld die zweiten Abschnitte des Grundkörpers die durch

die Richtung des äußeren Magnetfeldes vorgegebene Magnetisierung nicht aufrecht erhalten, da ihnen durch den magnetischen Rückfluss, der durch die Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers erzeugt wird, eine andere (insbesondere entgegengesetzte) Richtung der Magnetisierung aufgezwungen wird. Gegebenenfalls kann hierzu
5 im Anschluss an die Magnetisierung des Grundkörpers in einem homogenen äußeren Magnetfeld der Grundkörper zusätzlich einem zweiten, schwächeren Magnetfeld entgegengesetzter Richtung ausgesetzt werden, das zwar nicht ausreicht, um die Richtung der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers zu ändern, das jedoch gemeinsam mit dem magnetischen Rückfluss jener ersten Abschnitte für eine Ummagnetisierung
10 der durch magnetische Schwächungsbereiche gebildeten zweiten Abschnitte des Grundkörpers sorgt.

Ferner können die zweiten Abschnitte des Grundkörpers derart ausgebildet sein, dass sie eine geringere kritische Temperatur (Unordnungstemperatur) aufweisen als die ersten
15 magnetischen Abschnitte, was ja ebenfalls einer Schwächung der magnetischen Eigenschaften entspricht. Denn dies bedeutet, dass die Magnetisierung der zweiten Abschnitte bei niedrigeren Temperaturen zusammenbricht als die Magnetisierung der ersten Abschnitte. Dies kann wiederum ausgenutzt werden, um eine Ummagnetisierung der zweiten magnetischen Abschnitte des Grundkörpers dadurch zu erreichen, dass dieser auf
20 eine Temperatur erwärmt wird, die etwas unterhalb der kritischen Temperatur (Curie-Temperatur im Fall eines Ferromagneten) der zweiten magnetischen Abschnitte liegt. Bei solchen Temperaturen wird die Magnetisierung der zweiten magnetischen Abschnitte instabil und dies fördert deren Ummagnetisierung unter dem Einfluss des Rückflusses der ersten magnetischen Abschnitte bzw. eines schwachen äußeren Magnetfeldes, das
25 nicht zur Ummagnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers ausreicht.

Die magnetischen Schwächungsbereiche des Grundkörpers des Positionsmesssystems, die die zweiten Abschnitte der Messteilung bilden, können insbesondere durch Ausnehmungen in dem Grundkörper definiert sein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel bilden
30 diese Ausnehmungen Durchgangsöffnungen, die einen einfachen Durchtritt des magnetischen Rückflusses der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers ermöglichen. Andererseits können die Schwächungsbereiche auch durch Bereiche verringerter Materialstärke (Dicke) des Grundkörpers gebildet werden. Unter der Dicke des Grund-

körpers wird dabei dessen Ausdehnung in einer Richtung senkrecht zur Messrichtung, insbesondere entlang der Richtung der Magnetisierung, verstanden.

5 Da die zweiten magnetischen Abschnitte des Grundkörpers durch Ausnehmungen, insbesondere auch in Form von Durchgangsöffnungen, gebildet werden können, ist unter der „Magnetisierung“ der zweiten magnetischen Abschnitte jeweils das resultierende Magnetfeld (entsprechend dem resultierenden magnetischen Fluss) in dem jeweiligen Abschnitt zu verstehen. Der Begriff Magnetisierung ist in diesem Zusammenhang also nicht in einem engen Sinne als Magnetisierung eines Materials zu verstehen, sondern
10 bezeichnet vielmehr das resultierende Feld in einem bestimmten Raumbereich (Abschnitt des Grundkörpers).

Zur Stabilisierung des Grundkörpers können die Schwächungsbereiche zusätzlich mit einer nichtmagnetischen Füllmasse gefüllt sein.

15

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Schwächungsbereiche des Grundkörpers derart symmetrisch angeordnet und ausgebildet, dass sich in Messrichtung betrachtet eine symmetrische Feldverteilung beidseits des Grundkörpers ergibt, so dass eine beidseitige, differenzielle Abtastung des Grundkörpers durch beidseits angeordnete Sensoren möglich ist. Ein solches Abtastprinzip ermöglicht die Erzeugung von
20 Positionsmessdaten, die unabhängig von Relativbewegungen der als Abtasteinheit dienenden Sensoren bezüglich der am Grundkörper vorgesehenen Teilungsverkörperung senkrecht zur Messrichtung sind.

25 In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist weiter vorgesehen, dass die Schwächungsbereiche des Grundkörpers in Messrichtung betrachtet in einem mittleren Bereich eine Einschnürung aufweisen, z. B. knochenförmig ausgebildet sind. Hierdurch bestehen besonders steile Feldgradienten an den jeweiligen Übergängen von den ersten Abschnitten zu den zweiten Abschnitten des Grundkörpers, so dass diese Übergänge für
30 eine präzise Positionsbestimmung exakt ermittelbar sind.

Nach einer anderen Ausführungsform verbreitern bzw. verjüngen sich die Schwächungsbereiche in Messrichtung kontinuierlich, so dass die Schwächungsbereiche beispielsweise

se tropfenförmig ausgebildet sind. Hierdurch lässt sich ein sägezahnartiger Verlauf der Magnetisierung im Bereich der zweiten Abschnitte des Grundkörpers erzeugen.

Bei den vorstehend erläuterten Ausführungsbeispielen beziehen sich die Verjüngungen und Verbreiterungen der Schwächungsbereiche jeweils insbesondere auf eine Ebene senkrecht zur Magnetisierungsrichtung.

Als Teilungsträger der erfindungsgemäßen Messteilung kann insbesondere ein durch Spritzgießen einstückig geformter Grundkörper verwendet werden, bestehend aus einem in Polyamid gebundenen (PA-gebundenen) Strontiumferrit.

Für eine definierte Führung des durch die Magnetisierung des Grundkörpers erzeugten magnetischen Flusses kann sich an dem Grundkörper, insbesondere entlang einer Seite des Grundkörpers, ein Flussleitelement in Form eines Eisen und/oder Nickel enthaltenden Flussleitbleches erstrecken. Bei einem Grundkörper, der nur auf einer Seite zur Positionsbestimmung mittels einer Abtasteinheit abgetastet wird, erstreckt sich das Flussleitelement vorzugsweise auf der anderen, gegenüber liegenden Seite des Grundkörpers.

Zur Fixierung des Flussleitelementes am Grundkörper kann die Füllmasse dienen, mit der die zur Bildung der magnetischen Schwachstellen vorgesehenen Ausnehmungen des Grundkörpers gefüllt sind. In diesem Fall muss die Füllmasse als ein Klebemittel ausgebildet sein, beispielsweise als eine Epoxyd-haltige Klebermasse.

Die erfindungsgemäße Messteilung eignet sich sowohl zur Bildung einer linearen Messteilung für ein Längenmesssystem als auch zur Bildung einer Messteilung für ein Winkelmesssystem.

Ein Positionsmesssystem mit einer erfindungsgemäß ausgestalteten Messteilung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 28 charakterisiert.

Bei einem derartigen Positionsmesssystem können zur Abtastung der Messteilung Sensoren einerseits nur auf einer Seite der Messteilung oder andererseits auf einander gegenüber liegenden Seiten der Messteilung vorgesehen sein.

Als Sensoren zur Bildung einer Abtasteinheit eignen sich grundsätzlich alle Sensoren, die zur Abtastung einer magnetischen Messteilung geeignet sind, wie z. B. (analoge oder digitale) Hall-Sensoren oder (Giant)-magnetoresistive Sensoren.

5

Ein Verfahren zur Magnetisierung einer erfindungsgemäßen Messteilung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 31 charakterisiert.

10

Danach wird der Grundkörper der Messteilung in einem homogenen äußeren Magnetfeld magnetisiert. Aufgrund der speziellen Ausgestaltung des magnetischen Grundkörpers der erfindungsgemäßen Messteilung kann hiermit, wie weiter oben bereits beschrieben, erreicht werden, dass sich die Richtung der Magnetisierung erster Abschnitte des Grundkörpers von der Richtung der Magnetisierung zweiter Abschnitte des Grundkörpers unterscheidet.

15

20

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Ummagnetisierung der zweiten Abschnitte des Grundkörpers allein durch den magnetischen Rückfluss der Magnetisierung der ersten Abschnitte des Grundkörpers erreicht. Es kann jedoch zusätzlich vorgesehen sein, den Grundkörper für die Herbeiführung der Ummagnetisierung zu erwärmen (insbesondere auf eine Temperatur knapp unterhalb der kritischen Temperatur der zweiten Abschnitte des Grundkörpers) und/oder den Grundkörper einem weiteren äußeren Magnetfeld auszusetzen, das im Vergleich zu dem ersten äußeren Magnetfeld entgegengesetzt gerichtet und schwächer ist.

25

Falls der magnetische Grundkörper durch Spritzgießen hergestellt wird, dann kann dessen Magnetisierung mittels einer in die Spritzgusseinrichtung integrierten Vorrichtung zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes erfolgen.

30

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden bei der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren deutlich werden.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein lineares Positionsmesssystem mit einer in Messrichtung erstreckten magnetischen Messteilung und einem Sensor zum Abtasten der Messteilung;

5 Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein lineares Positionsmesssystem mit einer in Messrichtung erstreckten magnetischen Messteilung und zwei beidseits der Messteilung angeordneten Sensoren zum Abtasten der Messteilung;

Fig. 3a eine Draufsicht auf eine magnetische Messteilung für ein Winkelmesssystem;

10

Fig. 3b einen Schnitt durch die Messteilung aus Figur 3a;

Fig. 4a eine Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel einer magnetischen Messteilung für ein Winkelmesssystem;

15

Fig. 4b einen Schnitt durch die Messteilung aus Figur 4a.

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein lineares Positionsmesssystem, das eine in Messrichtung M längserstreckte Messteilung sowie einen Sensor 5 zum Abtasten der Messteilung aufweist. Die Messteilung wird gebildet durch einen Teilungsträger in Form eines Grundkörpers G aus einem permanentmagnetisierbaren Material, z. B. PA-gebundenem Strontiumferrit, welcher derart magnetisiert ist, dass durch Abtasten der Messteilung bei einer Bewegung des Sensors 5 entlang des Grundkörpers G in Messrichtung M das Ausmaß der Bewegung des Sensors 5 relativ zu der Messteilung bzw. dem Grundkörper G bestimmbar ist. Ein derartiges Längenmesssystem kann beispielsweise bei Maschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen, zur Positionsbestimmung zweier relativ zueinander beweglicher Maschinenteile verwendet werden, indem die Messteilung einerseits und der Sensor andererseits an jeweils einem der beiden zueinander bewegbaren Maschinenteile befestigt wird.

30

Der Grundkörper G des in Figur 1 dargestellten Positionsmesssystems ist als ein einstückig geformtes, insbesondere durch Spritzgießen hergestelltes, Bauelement ausgebildet. Der Grundkörper G weist in Messrichtung M hintereinander angeordnete erste und zweite

Abschnitte 1, 2 auf, die jeweils in entgegengesetzter Richtung R_1 , R_2 bezüglich einer senkrecht zur Messebene, insbesondere zur Messrichtung M , verlaufenden Anisotropieachse A magnetisiert sind. Durch diese abwechselnde Anordnung erster Abschnitte 1 mit einer ersten Magnetisierungsrichtung R_1 und zweiter Abschnitte 2 mit einer entgegengesetzten Magnetisierungsrichtung R_2 besteht an einer Oberfläche O_1 des Grundkörpers G in Messrichtung M betrachtet eine abwechselnde Anordnung magnetischer Nordpole N und magnetischer Südpole S , die durch den entlang jener Oberfläche O_1 in Messrichtung M bewegbaren Sensor 5 zur Positionsmessung detektierbar sind. Die Nord- und Südpole können dabei einerseits zur Bildung einer Inkrementalspur periodisch hintereinander angeordnet sein, so dass sich durch Abtastung der Messteilung mittels des Sensors 5 lediglich die Relativposition (Positionsänderung) von Sensor 5 und Grundkörper G erfassen lässt. Andererseits kann durch eine geeignete, unregelmäßige Verteilung der Nord- und Südpole entlang der Messrichtung auch ein Code definiert werden, der eine absolute Positionsbestimmung gestattet.

Die ersten Abschnitte 1 des magnetischen Grundkörpers G weisen jeweils eine erste Dicke D auf, bei der es sich um die Ausdehnung des Grundkörpers G senkrecht zur Messrichtung M entlang der magnetischen Anisotropieachse A handelt. Die zweiten Abschnitte 2 des magnetischen Grundkörpers G , die jeweils zwischen zwei ersten Abschnitten 1 angeordnet sind, werden gebildet durch entlang der Anisotropieachse A erstreckte Durchgangsöffnungen 22, 22', wobei ein Teil der Durchgangsöffnungen (22') zusätzlich von einem Materialbereich 21 des Grundkörpers G mit einer geringeren Dicke d als der Dicke D der ersten Abschnitte 1 eingefasst ist.

Die zweiten Abschnitte 2 des magnetischen Grundkörpers G bilden im Vergleich zu den ersten Abschnitten 1 magnetische Schwächungsbereiche (Schwachstellen), da bei einer gleichmäßigen Magnetisierung des Grundkörpers G mit einem senkrecht zur Messrichtung M (entlang der Anisotropieachse A) ausgerichteten homogenen, äußeren Magnetfeld in den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G eine stärkere Magnetisierung erzeugt werden kann als in den zweiten Abschnitten 2, die entweder ausschließlich aus einer Durchgangsöffnung 22 bestehen und in diesem Fall gar nicht zur Erzeugung eines permanenten Magnetfeldes geeignet sind oder aus einer Durchgangsöffnung 22' in Kombination mit einem Materialbereich 21 geringerer Dicke d bestehen und daher ein kleine-

res permanentes Magnetfeld erzeugen als die ersten Abschnitte 1 des Grundkörpers G. Insbesondere sind die durch magnetische Schwächungsbereiche gebildeten zweiten Abschnitte 2 des Grundkörpers mit einem vergleichsweise schwächeren Magnetfeld um-magnetisierbar als die ersten Abschnitte 1 des Grundkörpers G.

5

Wird der in Figur 1 dargestellte Grundkörper G in einem homogenen äußeren Magnetfeld, dessen Feldlinien senkrecht zur Messrichtung M entlang der Anisotropieachse A verlaufen, magnetisiert, so wird in den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G ein magnetisches Feld M induziert, dessen Feldlinien ebenfalls entlang der Anisotropieachse verlaufen. Aufgrund der benachbart zu den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G angeordneten magnetischen Schwächungsbereiche schließen sich die in den ersten Abschnitten 1 des magnetischen Grundkörpers G erzeugten Feldlinien nicht über einen vollständig außerhalb des Grundkörpers verlaufenden Rückfluss, sondern der entsprechende magnetische Rückfluss verläuft durch die als Schwächungsbereiche ausgebildeten zweiten Abschnitte 2 hindurch. Hierdurch weist die Magnetisierung in diesen zweiten Abschnitten 2 des Grundkörpers G eine entgegengesetzte Richtung auf wie in den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G. Dies führt wiederum zu der oben beschriebenen Bildung von Nord- und Südpolen N, S an der einen Oberfläche O1 des Grundkörpers G, die zur Positionsmessung mittels des zugeordneten Sensors S, z. B. in Form eines Hall-Sensors, abgetastet werden können.

10

15

20

Die Besonderheit des in Figur 1 dargestellten Grundkörpers G einer magnetischen Mess-teilung liegt darin, dass bei einer Magnetisierung dieses einstückigen Grundkörpers G in einem homogenen äußeren Magnetfeld, dessen Feldlinien entlang einer einheitlichen Richtung ausgerichtet sind, in dem Grundkörper G eine Magnetisierung erzeugt wird, bei der sich Abschnitte mit einer ersten Magnetisierungsrichtung (die der Richtung des zuvor angelegten äußeren Magnetfeldes entspricht) und Abschnitte mit einer zweiten, entgegengesetzten Magnetisierungsrichtung abwechseln. Dies wird dadurch erreicht, dass nach dem Abschalten des äußeren Magnetfeldes bzw. nach der Herausnahme des Grundkörpers aus dem äußeren Magnetfeld die Magnetisierungsrichtung in den als Schwächungsbereichen ausgebildeten zweiten Abschnitten des Grundkörpers durch den magnetischen Rückfluss der Magnetisierung der ersten Abschnitte bestimmt ist.

25

30

Bei einem durch Spritzgießen hergestellten magnetischen Grundkörper G kann die Magnetisierung in einem äußeren Magnetfeld z. B. mittels einer in der entsprechenden Spritzgussmaschine vorgesehenen Einrichtung zur Erzeugung eines Magnetfeldes erfolgen.

5

Für eine definierte Leitung des magnetischen Flusses auf der dem Sensor 5 abgewandten Oberfläche O2 des magnetischen Grundkörpers G ist dort ein Flussleitblech 3 angeordnet, das vorzugsweise Eisen und Nickel enthält. Dieses Flussleitblech kann mit dem Grundkörper G mittels einer epoxydhaltigen Klebermasse verbunden sein, die gleichzeitig als Füllmasse zur Füllung der Ausnehmungen AU des Grundkörpers G in dessen zweiten Abschnitten 2 dient. Die Füll- bzw. Klebermasse übernimmt demnach die Doppelfunktion, einerseits den Grundkörper durch Füllung der in dessen zweiten Abschnitten 2 vorgesehenen Ausnehmungen zu stabilisieren und andererseits ein Flussleitblech 3 mit dem Grundkörper G zu verbinden. Für die letztgenannte Anwendung kann der Grundkörper G außerdem mit speziellen Klebenutzen versehen sein.

10

15

Figur 2 zeigt in einem Längsschnitt eine Abwandlung der Anordnung aus Figur 1.

Ein Unterschied zu der Anordnung aus Figur 1 besteht dabei darin, dass am Grundkörper G der magnetischen Messteilung keine Flussleitbleche vorgesehen sind und dass den beiden entlang der Anisotropieachse A einander gegenüber liegenden Oberflächen O1, O2 des Grundkörpers G jeweils ein Sensor 5, 5' zugeordnet ist, der entlang der jeweils zugeordneten Oberfläche O1, O2 in Messrichtung M bewegbar ist. Die Sensoren können zur Auswertung parallel oder in Reihe geschaltet werden.

25

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass bei dem in Figur 2 dargestellten Grundkörper G die als magnetische Schwächungsbereiche ausgebildeten zweiten Abschnitte 2 jeweils durch Bereiche geringerer Materialstärke (Dicke d senkrecht zur Messrichtung M entlang der Anisotropieachse A) gebildet werden und nicht durch Durchgangsöffnungen, wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1.

30

Durch Variation der Geometrie der die zweiten Abschnitte 2 des Grundkörpers bildenden Schwächungsbereiche 23, 24 kann dabei der Feldverlauf im Bereich der zur Abtastung

des Grundkörpers G dienenden Sensoren 5, 5' gezielt beeinflusst werden. In Figur 2 sind beispielhaft einerseits Schwächungsbereiche 23 dargestellt, deren eine Oberfläche unmittelbar an die eine Oberfläche O1 der benachbarten ersten Abschnitte 1 des Grundkörpers G anschließt, und andererseits solche Schwächungsbereiche 24, die gegenüber
5 beiden Oberflächen O1, O2 des Grundkörpers G jeweils stufenförmig abgesetzt sind.

Auch bei dem in Figur 2 dargestellten Grundkörper G einer magnetischen Messteilung wird erreicht, dass nach der Magnetisierung des Grundkörpers G in einem homogenen äußeren Magnetfeld (d. h. nach der Entnahme des Grundkörpers G aus diesem Magnetfeld) die Richtung der Magnetisierung in den durch magnetische Schwächungsbereiche 23, 24 gebildeten zweiten Abschnitten 2 des Grundkörpers G durch den magnetischen Rückfluss der Magnetisierung der dickeren ersten Abschnitte 1 des Grundkörpers G bestimmt ist. D. h., nach der Entnahme des Grundkörpers G aus dem seiner Magnetisierung dienenden homogenen äußeren Magnetfeld bzw. nach dem Abschalten dieses
10 Magnetfeldes springt die Magnetisierung in den Schwächungsbereichen 23, 24 um und verläuft dann entgegengesetzt zu der (durch das homogene äußere Magnetfeld bestimmten) Magnetisierung der dickeren ersten Abschnitte 1 des Grundkörpers G.
15


Wenn die magnetischen Schwächungsbereiche eine geringere kritische Temperatur (Unordnungstemperatur bzw. Curie-Temperatur im Fall des Ferromagnetismus) aufweisen als die ersten Abschnitte des Grundkörpers, dann kann der Grundkörper zur Unterstützung des Ummagnetisierungsprozesses auf eine Temperatur etwas unterhalb der kritischen Temperatur der Schwächungsbereiche erwärmt werden. Bei einer solchen Temperatur ist der Magnetismus in den Schwächungsbereichen besonders labil.
20

Außerdem kann der Ummagnetisierungsprozess durch das Anlegen eines äußeren Magnetfeldes unterstützt werden, das bezogen auf die Anisotropieachse A des Grundkörpers G dem zuvor angelegten äußeren homogenen Magnetfeld entgegengesetzt, jedoch gleichzeitig deutlich schwächer ist. Dieses zweite äußere Magnetfeld soll dazu dienen, den Ummagnetisierungsprozess der Schwächungsbereiche des Grundkörpers zu unterstützen; es darf jedoch nicht so groß sein, dass es zu einer Änderung der Richtung der Magnetisierung in den ersten Abschnitten des Grundkörpers führte. Hierbei ist von Bedeutung, dass die Schwächungsbereiche des Grundkörpers ein geringeres Koerzitiv-Feld
25
30

aufweisen als die ersten Abschnitte des Grundkörpers, d. h., die zweiten Abschnitte des Grundkörpers (Schwächungsbereiche) lassen sich mit einem vergleichsweise schwächeren Magnetfeld ummagnetisieren als die ersten Abschnitte des Grundkörpers.

- 5 Im Vergleich zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel führt die stegartige Ausbildung der Schwächungsbereiche 23, 24 bei dem in Figur 2 dargestellten Grundkörper einerseits zu einer mechanischen Stabilisierung des Grundkörpers und andererseits zu einer Verstärkung und Stabilisierung der lokalen magnetischen Felder in den Schwächungsbereichen.

10




Die anhand der Figuren 1 und 2 beispielhaft für Längenmesssysteme (lineare Positionsmesssysteme) erläuterten magnetischen Messteilungen lassen sich in entsprechender Weise auch bei Winkelmesssystemen bzw. Drehgebern anwenden. Beispiele hierfür sind in den Figuren 3a und 3b bzw. 4a und 4b dargestellt. Dabei sind erste magnetische Abschnitte 1 und zweite magnetische Abschnitte in Form von Schwächungsbereichen jeweils entlang einer Kreisbahn auf einem scheibenartigen Grundkörper G hintereinander angeordnet.

15

20

Bei dem in den Figuren 3a und 3b gezeigten Ausführungsbeispiel ist auf einer Kreisbahn eine Mehrzahl magnetischer Schwächungsbereiche 26 hintereinander angeordnet (und dabei jeweils voneinander beabstandet), die durch in der Draufsicht kreisförmige Bereiche 26 geringer Materialstärke entlang der magnetischen Anisotropieachse A gebildet werden. Hierzu weist der magnetische Grundkörper G an den entsprechenden Stellen Ausnehmungen AU auf, die den jeweiligen Bereich 26 geringerer Materialstärke erzeugen.

25



Anstelle bezüglich der magnetischen Anisotropieachse A rotationssymmetrischer (kreisförmiger) Schwächungsbereiche 26 können auch andersartig gestaltete Schwächungsbereiche verwendet werden, z. B. Schwächungsbereiche in Form von Langlöchern, die sich jeweils entlang der Messrichtung M erstrecken und entlang dieser Richtung hintereinander angeordnet sind, mit dazwischen liegenden ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G.

30

Die Figuren 3a und 3b zeigen außerdem eine Variante mit entlang der Messrichtung M auf einer Kreisbahn hintereinander angeordneten Schwächungsbereichen 27, die durch langlochartige Ausnehmungen AU mit einer Einschnürung 27a im mittleren Bereich definiert werden. Die Schwächungsbereiche 27 weisen demnach in etwa eine Knochenform auf. Die konkrete Knochenform ist gegenüber andersartig gestalteten Schwächungsbereichen mit einer Einschnürung insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen vorteilhaft. Bezogen auf das Messprinzip könnten die knochenförmigen Schwächungsbereiche 27 auch durch andere, mit einer Einschnürung 27a im mittleren Bereich versehene Schwächungsbereiche ersetzt werden, die an ihren Rändern nicht abgerundet, sondern vielmehr eckig ausgebildet sind.

Entscheidend ist, dass (aufgrund der Einschnürungen 27a im – in Messrichtung M betrachtet – mittleren Bereich der Schwächungsbereiche 27) ein besonders steiler Feldgradient an den Übergängen von den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G zu dem jeweils benachbarten Schwächungsbereich 27 des Grundkörpers G auftritt. Das von einer derartigen Anordnung erzeugte Magnetfeld zeichnet sich also durch scharfe Übergänge zwischen den ersten Abschnitten und den Schwächungsbereichen sowie durch eine hohe Stabilität in den Schwächungsbereichen selbst aus. Denn es besteht eine Konzentration der Flussdichte im Bereich der Verjüngungen 27a. Die in der Draufsicht kreisförmigen Schwächungsbereiche 26 führen demgegenüber zu einem im Wesentlichen sinusförmigen Verlauf des Magnetfeldes entlang der Messrichtung M.

Bei dem in den Figuren 4a und 4b dargestellten Ausführungsbeispiel sind die zwischen den ersten Abschnitten 1 des Grundkörpers G angeordneten Schwächungsbereiche 28 jeweils tropfenförmig ausgebildet, d. h. sie verjüngen bzw. verbreitern sich entlang der Messrichtung M kontinuierlich von ihrem einen Ende bis hin zu einem abgerundeten Endabschnitt ihres anderen Endes, und zwar in einer Ebene, die senkrecht zur magnetischen Anisotropieachse A liegt. Hierdurch lassen sich definierte, gleichmäßige Feldgradienten an den Übergängen zwischen ersten Abschnitten 1 und Schwächungsbereichen 28 erzeugen, beispielsweise ein sägezahnartiger Verlauf der Magnetisierung entlang der Messrichtung M.

* * * * *

Patentanspruch

1. Messteilung für ein Positionsmesssystem mit

- 5 - einem aus einem dauerhaft magnetisierbaren Material bestehenden Grundkörper und
- 10 - einer Magnetisierung des Grundkörpers, gemäß der entlang einer Messrichtung erste Abschnitte des Grundkörpers mit einer ersten Richtung der Magnetisierung und zweite Abschnitte des Grundkörpers mit mindestens einer weiteren Richtung der Magnetisierung derart hintereinander angeordnet sind, dass durch Abtastung des Grundkörpers mittels eines relativ zu dem Grundkörper entlang der Messrichtung bewegbaren Sensors Positionsinformation generierbar ist.

15

dadurch gekennzeichnet,

20

dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) durch magnetische Schwächungsbereiche (21, 22, 22', 23, 24, 26, 27, 28) gebildet werden, deren Magnetisierungsrichtung (R2) durch die Richtung (R1) der Magnetisierung (M) benachbarter erster Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) bestimmt ist.

25

2. Messteilung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierungsrichtung (R2) in den zweiten Abschnitten (2) des Grundkörpers (G) durch den magnetischen Rückfluss der Magnetisierung (M) der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) bestimmt ist.

30

3. Messteilung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) derart bezüglich der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) angeordnet sind, dass der magnetische Rückfluss des durch die Magnetisierung der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) erzeugten

Magnetfeldes (M) durch die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) verläuft und deren Magnetisierungsrichtung (R2) bestimmt.

- 5 4. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) senkrecht zur Magnetisierungsrichtung (R2) jeweils zum überwiegenden Teil von Bereichen der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) umgeben sind.

10

5. Messteilung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) derart ausgebildet sind, dass bei Magnetisierung des Grundkörpers (G) mittels eines homogenen äußeren Magnetfeldes die Magnetisierungsrichtung (R2) der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) nicht durch die Richtung des äußeren Magnetfeldes, sondern durch die Richtung des magnetischen Rückflusses der Magnetisierung (M) der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) gegeben ist.

15

- 20 6. Messteilung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierungsrichtung (R2) der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) zumindest bei Erwärmung des Grundkörpers (G) durch die Richtung des magnetischen Rückflusses der Magnetisierung (M) der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) bestimmt wird.

25

7. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierungsrichtung (R2) in den zweiten Abschnitten (2) des Grundkörpers (G) im Wesentlichen entgegengesetzt der Magnetisierungsrichtung (R1) in den ersten Abschnitten (1) des Grundkörpers (G) ist.

30

8. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) ein geringeres Koerzitiv-Feld aufweisen als die ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G).

5

9. Messteilung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) zumindest bei dessen Erwärmung auf eine definierte Temperatur ein geringeres Koerzitiv-Feld aufweisen als die ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G).

10

10. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) eine geringere kritische Temperatur bezüglich des Magnetismus aufweisen als die ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G).

15

11. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwächungsbereiche (21, 22, 22', 23, 24, 26, 27, 28) durch Ausnehmungen (AU) in dem Grundkörper (G) definiert werden.

20

12. Messteilung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmungen (AU) Durchgangsöffnungen in Magnetisierungsrichtung (R2) der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) bilden.

25

13. Messteilung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmungen (AU) Bereiche (21, 23, 24, 26, 27, 28) verringerter Materialstärke (d) entlang der Magnetisierungsrichtung (R2) bilden.

30

14. Messteilung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmungen (AU) mit einer Füllmasse gefüllt sind.
- 5 15. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwächungsbereiche derart symmetrisch ausgebildet sind, dass, entlang der Messrichtung (M) betrachtet, eine symmetrische Feldverteilung beidseits des Grundkörpers (G) besteht.
- 10 16. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwächungsbereiche (27) in Messrichtung (M) betrachtet in ihrem mittleren Bereich eine Einschnürung (27a) aufweisen.
- 15 17. Messteilung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwächungsbereiche knochenförmig ausgebildet sind.
- 20 18. Messteilung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Schwächungsbereiche (28) in Messrichtung (M) von einem Ende zum anderen Ende hin kontinuierlich verjüngen bzw. aufweiten.
- 25 19. Messteilung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwächungsbereiche (28) tropfenförmig ausgebildet sind.
- 30 20. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) einstückig geformt ist.

21. Messteilung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) durch Spritzgießen hergestellt ist.
- 5 22. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) Strontiumferrit enthält.
- 10 23. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich auf einer Seite des Grundkörpers (G) ein Flussleitelement (3) erstreckt.
- 15 24. Messteilung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flussleitelement (3) als Blech besteht und insbesondere Eisen und/oder Nickel enthält.
- 20 25. Messteilung nach Anspruch 14 und Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllmasse als Kleber zur Fixierung des Flussleitelementes (3) am Grundkörper (G) ausgebildet ist.
- 25 26. Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) einen Teilungsträger für eine lineare Teilung bildet.
- 30 27. Messteilung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) einen Teilungsträger für eine Winkelteilung bildet.
28. Positionsmessgerät mit einer Messteilung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

29. Positionsmessgerät nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (5) entlang einer Längsseite (O1) der Messteilung geführt ist.

5

30. Positionsmessgerät nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Sensoren (5, 5') entlang einander gegenüberliegenden Längsseiten (O1, O2) der Messteilung geführt sind.

10

31. Verfahren zur Magnetisierung eines aus einem dauerhaft magnetisierbaren Material bestehenden Grundkörpers einer Messteilung für ein Positionsmesssystem, der entlang einer Messrichtung hintereinander angeordnete erste Abschnitte mit einer ersten Richtung der Magnetisierung und zweite Abschnitte mit mindestens einer weiteren Richtung der Magnetisierung aufweist,

15

dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass der Grundkörper (G) in einem homogenen äußeren Magnetfeld magnetisiert wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierungsrichtung (R2) der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) umgekehrt wird, wenn das homogene äußere Magnetfeld nicht mehr auf den Grundkörper (G) einwirkt.

25

- 30 33. Verfahren nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierungsrichtung (R2) der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) durch den magnetischen Rückfluss der Magnetisierung (M) der ersten Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) umgekehrt wird.

34. Verfahren nach Anspruch 32 oder 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ummagnetisierung der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (1) ein magnetisches Gegenfeld verwendet wird.

5

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ummagnetisierung der zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (1) der Grundkörper (1) erwärmt wird.

10

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (G) in einer Spritzgussmaschine mit dem homogenen äußeren Magnetfeld magnetisiert wird.

15

* * * * *

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Messteilung für ein Positionsmesssystem mit einem aus einem dauerhaft magnetisierbaren Material bestehenden Grundkörper und einer Magnetisierung des Grundkörpers, gemäß der entlang einer Messrichtung erste Abschnitte des Grundkörpers mit einer ersten Richtung der Magnetisierung und zweite Abschnitte des Grundkörpers mit mindestens einer weiteren Richtung der Magnetisierung derart hintereinander angeordnet sind, dass durch Abtastung des Grundkörpers mittels eines relativ zu dem Grundkörper entlang der Messrichtung bewegbaren Sensors Positionsinformation generierbar ist. Erfindungsgemäß werden die zweiten Abschnitte (2) des Grundkörpers (G) durch magnetische Schwächungsbereiche (21, 22) gebildet, deren Magnetisierungsrichtung (R2) durch die Richtung (R1) der Magnetisierung (M) benachbarter erster Abschnitte (1) des Grundkörpers (G) bestimmt ist.

Fig. 1

* * * * *

1



This cross-sectional view shows a central channel region (1) flanked by side regions (2). The channel region contains a layer (23) with a sub-layer (AU). The side regions (2) contain a layer (24) with a sub-layer (AU). The device is bounded by a top layer (O1) and a bottom layer (O2). A dimension 'd' is indicated for the top layer (O1). A dimension 'D' is indicated for the channel region (1). A dimension 'M' is indicated for the side regions (2). A dimension '5' is indicated for the channel region (1). A dimension '5'' is indicated for the side regions (2). A dimension 'A' is indicated for the channel region (1).

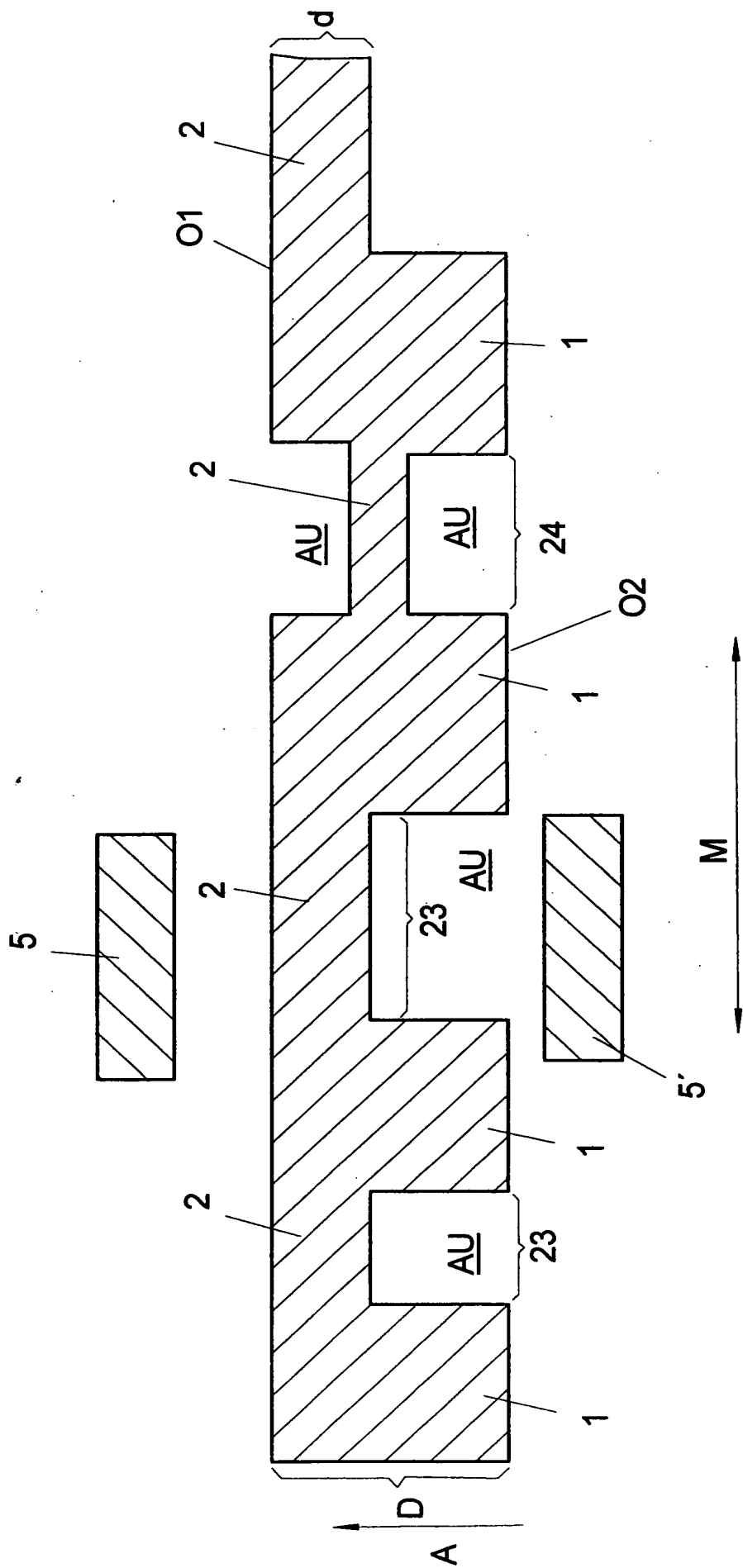


FIG 3A

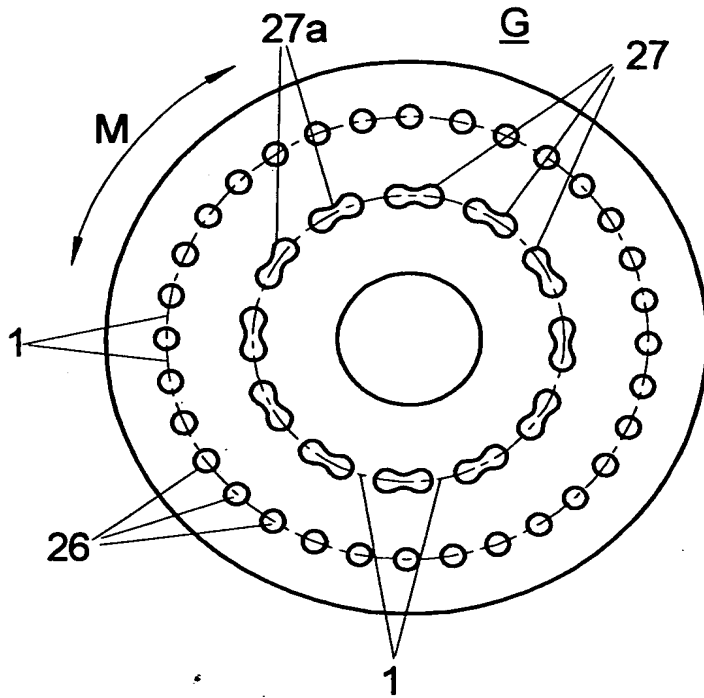


FIG 3B

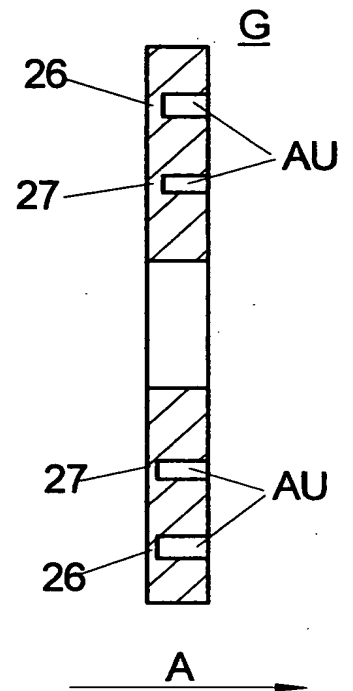


FIG 4A

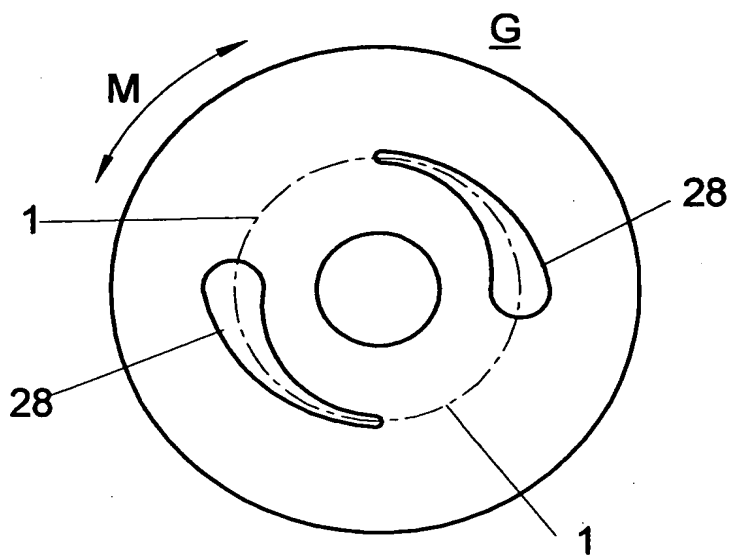


FIG 4B

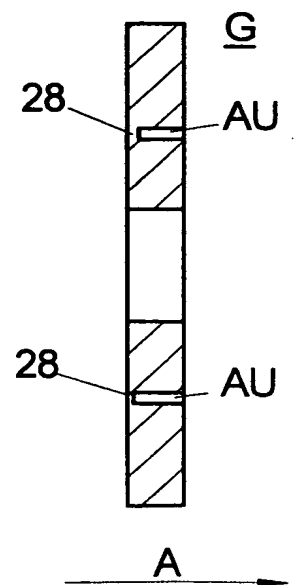


FIG 1

